

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-39553

(P 2 0 0 0 - 3 9 5 5 3 A)

(43)公開日 平成12年2月8日(2000.2.8)

(51)Int. Cl.

識別記号

F 1

テ-マ-ト (参考)

G02B 13/04

G02B 13/04

C 2H087

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平10-207381

(71)出願人 000005430

富士写真光機株式会社

(22)出願日 平成10年7月23日(1998.7.23)

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地

(72)発明者 高附 明子

埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士
写真光機株式会社内

(74)代理人 100097984

弁理士 川野 宏

Fターム(参考) 2H087 KA01 LA03 NA02 PA09 PA18

PB10 QA02 QA07 QA17 QA22

QA25 QA34 QA41 QA46 RA32

RA41 RA42 RA43

(54)【発明の名称】 バックフォーカスの長い広角レンズ

(57)【要約】

【目的】 レトロフォーカスタイプの広角レンズにおいて、撮影画角100度と広画角で、射出瞳位置を遠くしてカラーシェーディングの発生を抑え、3色分解光学系を配するに十分な、焦点距離に対して5倍というバックフォーカスの長い広角レンズを得る。

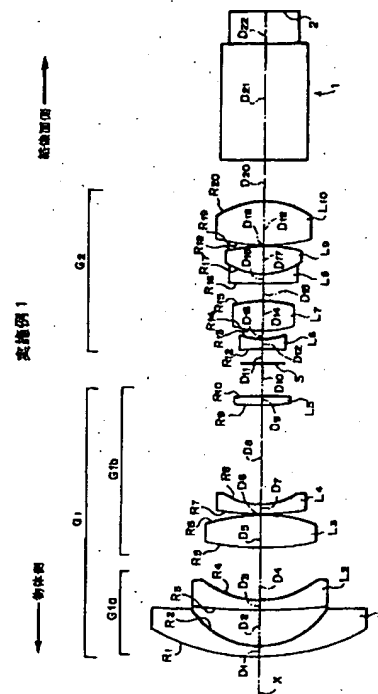
【構成】 物体側より、負の第1aレンズ群G_{1a}と正の第1bレンズ群G_{1b}とからなり負の屈折力を有する第1レンズ群G₁、および正の屈折力を有する第2レンズ群G₂とが配列され、下記条件式(1)、(2)を満足するバックフォーカスの長い広角レンズ。

$5.0 < Bf/f \cdots (1) \quad -0.05 < i \text{ an } \theta$

$< 0.05 \cdots (2)$

但し、 f : 全系の焦点距離 Bf : 全
系のバックフォーカス

θ : 画面隅部に向かう主光線が光軸となす角



【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とが配列され、前記第1レンズ群は物体側より順に、負の屈折力

$$5.0 < Bf / f \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$-0.05 < \tan \theta < 0.05 \quad \dots\dots\dots (2)$$

但し、

f : 全系の焦点距離

Bf : 全系のバックフォーカス

θ : 画面隅部に向かう主光線が光軸となす角 10

$$-0.50 < f / f_{a1} < -0.10 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$-0.45 < f / f_{a2} < -0.23 \quad \dots\dots\dots (4)$$

但し、

f_{a1} : 第1レンズ群の合成焦点距離

f_{a2} : 第1aレンズ群の合成焦点距離

【請求項3】 前記第1レンズ群は物体側より、物体側へ凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ、負レンズからなる第2レンズ、両凸レンズからなる第3レンズ、負レンズからなる第4レンズ、および正レンズからなる第5レンズがこの順に配列され、 20

$$0.18 < N_i - N_o < 0.38 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$8.0 < R_{i3} / D_{i3} < 30.0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

但し、

N_i : 物体側よりi番目のレンズの屈折率

R_{i3} : 第6レンズの像面側の曲率半径

D_{i3} : 第6レンズと第7レンズとの軸上間隔

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、監視用カメラなどに用いられる撮影画角が100度程度の広角レンズに関し、特にレンズと像面との間に十分に長いバックフォーカスを有する広角レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、ビデオカメラや監視用カメラなどに用いられる業務用のテレビカメラには、より広い範囲を見たり写したりするために、100度程度の広画角で使用できるレンズが求められている。このような要望に対して、特開平9-80303号公報や、特開平9-127413号公報記載の広角レンズが提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 これら特開平9-80303号公報および特開平9-127413号公報記載の広角レンズは、バックフォーカスが焦点距離に対して3倍に満たない程度となっている。しかしながら、レンズと像面との間に3色分解光学系を設けるためにはより長いバックフォーカスが要望される。具体的には、焦点距離に対して5倍程度のバックフォーカスが、3色分解光学系を設けるために十分なバックフォーカスとして求められている。

を有する第1aレンズ群と正の屈折力を有する第1bレンズ群とからなり、下記条件式(1)および(2)を満足することを特徴とするバックフォーカスの長い広角レンズ。

【請求項2】 下記条件式(3)および(4)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1記載のバックフォーカスの長い広角レンズ。

前記第2レンズ群は物体側より、両凹レンズからなる第6レンズ、両凸レンズからなる第7レンズ、全体として正の屈折力を有する貼り合わせレンズを構成する第8レンズおよび第9レンズ、ならびに両凸レンズからなる第10レンズがこの順に配列され、

さらに、下記条件式(5)および(6)を満足するように構成されていることを特徴とする請求項1または2記載のバックフォーカスの長い広角レンズ。

【0004】 また、広角レンズと像面との間に3色分解光学系を設ける場合には、カラーシェーディングの問題を考慮する必要がある。広角レンズから射出された光束は、3色分解光学系のダイクロイック膜に、画面隅部に向かう光束ほど角度を以って入射することになる。カラーシェーディングとは、このダイクロイック膜に入射する光線角度が異なると、薄膜中の光路長が異なり、分光特性が変わってくるために、画面上部と下部で色の出方が違って来る現象である。

【0005】 3色分解光学系を併設する広角レンズには、十分なバックフォーカスとともに、このようなカラーシェーディングの発生を抑えることや諸収差を良好に補正することが求められている。

【0006】 本発明はこのような事情に鑑みなされたものであり、撮影画角100度と広画角で、カラーシェーディングの発生を抑え、焦点距離に対して5倍というバックフォーカスの長い広角レンズを提供することを目的とするものである。

【0007】 また、本発明は上述のバックフォーカスの長い広角レンズに関し、諸収差の良好な補正をも目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明に係るバックフォーカスの長い広角レンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群と正の屈折力を有する第2レンズ群とが配列され、前記第1レンズ群は物体側より順に、負の屈折力を有する第1aレンズ群と正の屈折力を有する第1bレンズ群とからなり、下記条件式(1)お

よび(2)を満足することを特徴とするものである。

$$5.0 < Bf / f \dots\dots\dots (1)$$

$$-0.05 < \tan \theta < 0.05 \dots\dots\dots (2)$$

但し、

f : 全系の焦点距離

Bf : 全系のバックフォーカス

$$-0.50 < f/f_{11} < -0.10 \dots\dots\dots (3)$$

$$-0.45 < f/f_{11a} < -0.23 \dots\dots\dots (4)$$

但し、

f_{11} : 第1レンズ群の合成焦点距離

f_{11a} : 第1aレンズ群の合成焦点距離

【0011】また、本発明に係るバックフォーカスの長い広角レンズは、前記第1レンズ群は物体側より、物体側へ凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ、負レンズからなる第2レンズ、両凸レンズからなる第3レンズ、負レンズからなる第4レンズ、および正レンズからなる第5レンズがこの順に配列され、前記第2

$$0.18 < N_i - N_{i+1} < 0.38 \dots\dots\dots (5)$$

$$8.0 < R_{i+1} / D_{i+1} < 30.0 \dots\dots\dots (6)$$

但し、

N_i : 物体側より*i*番目のレンズの屈折率

R_{i+1} : 第6レンズの像面側の曲率半径

D_{i+1} : 第6レンズと第7レンズとの軸上間隔

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。

【0014】図1は、本発明の実施形態を代表するものとして実施例1に係るバックフォーカスの長い広角レンズの構成を示す図である。

【0015】図1に示すとおり、本発明の実施形態に係るバックフォーカスの長い広角レンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 G_1 、絞り S 、および正の屈折力を有する第2レンズ群 G_2 が配列され、第1レンズ群 G_1 は物体側より順に、負の屈折力を有する第1aレンズ群 G_{1a} と正の屈折力を有する第1bレンズ群 G_{1b} とから構成される。このバックフォーカス

$$5.0 < Bf / f \dots\dots\dots (1)$$

$$-0.05 < \tan \theta < 0.05 \dots\dots\dots (2)$$

$$-0.50 < f/f_{11} < -0.10 \dots\dots\dots (3)$$

$$-0.45 < f/f_{11a} < -0.23 \dots\dots\dots (4)$$

$$0.18 < N_i - N_{i+1} < 0.38 \dots\dots\dots (5)$$

$$8.0 < R_{i+1} / D_{i+1} < 30.0 \dots\dots\dots (6)$$

但し、

f : 全系の焦点距離

Bf : 全系のバックフォーカス

θ : 画面隅部に向かう主光線が光軸となす角

f_{11} : 第1レンズ群 G_1 の合成焦点距離

f_{11a} : 第1aレンズ群 G_{1a} の合成焦点距離

N_i : 物体側より*i*番目のレンズの屈折率

R_{i+1} : 第6レンズ L_6 の像面側の曲率半径

【0009】

$$\dots\dots\dots (1)$$

θ : 画面隅部に向かう主光線が光軸となす角

【0010】また、以下の条件式(3)および(4)を満足するように構成されていることが望ましい。

$$\dots\dots\dots (3)$$

$$\dots\dots\dots (4)$$

レンズ群は物体側より、両凹レンズからなる第6レン

ズ、両凸レンズからなる第7レンズ、全体として正の屈折力を有する貼り合わせレンズを構成する第8レンズおよび第9レンズ、ならびに両凸レンズからなる第10レンズがこの順に配列され、さらに、下記条件式(5)および(6)を満足するように構成されていることが好ましい。

【0012】

$$\dots\dots\dots (5)$$

$$\dots\dots\dots (6)$$

20 の長い広角レンズから射出された光束は、プリズム等からなる3色分解光学系1を介して結像面2に収束する。なお、図1中Xは光軸を示す。

【0016】ここで、物体側より順に、第1aレンズ群 G_{1a} は物体側へ凸面を向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズ L_1 、および負レンズからなる第2レンズ L_2 から構成され、第1bレンズ群 G_{1b} は両凸レンズからなる第3レンズ L_3 、負レンズからなる第4レンズ L_4 、および正レンズからなる第5レンズ L_5 から構成され、第2レンズ群 G_2 は両凹レンズからなる第6レンズ L_6 、両凸レンズからなる第7レンズ L_7 、全体として正の屈折力を有する貼り合わせレンズを形成する第8レンズ L_8 、および第9レンズ L_9 、ならびに両凸レンズからなる第10レンズ L_{10} から構成される。

【0017】さらに、本実施形態のレンズは、以下の条件式(1)～(6)を満足するように構成されている。

【0018】

$$\dots\dots\dots (1)$$

$$\dots\dots\dots (2)$$

$$\dots\dots\dots (3)$$

$$\dots\dots\dots (4)$$

$$\dots\dots\dots (5)$$

$$\dots\dots\dots (6)$$

D_{i+1} : 第6レンズ L_6 と第7レンズ L_7 との軸上間隔

【0019】ここで、条件式(1)～(6)について以下に詳述する。条件式(1)は、バックフォーカスの範囲について規定している。本実施形態に係るバックフォーカスの長い広角レンズにおいては、レンズと像面との間に3色分解光学系1を設けるために、この範囲のバックフォーカスを確保することが前提となる。この下限値

を越えてバックフォーカスが短くなると、3色分解光学系1を設けることが困難となる。

【0020】条件式(2)は、画面隅部に向かう主光線が光軸となす角を規定している。この上限値および下限値を超えると、カラーシェーディングが発生しやすくなるという問題がある。

【0021】すなわち、前述のとおりカラーシェーディングとは、3色分解光学系1中のダイクロイック膜に入射する光線の角度が異なることにより発生するものである。このようなカラーシェーディングの発生を抑えるためには、3色分解光学系1のダイクロイック膜に入射する画面各部に対応する光線の角度の相違が小さくなるように、射出瞳位置を遠くする必要がある。

【0022】本実施形態において、絞りSの中心位置を通過し画面隅部に向かう主光線が光軸Xとなす角は、条件式(2)に規定されるように非常に小さく、ほとんどテレセントリックといってもよい。したがって、この条件式(2)に規定される数値範囲により、射出瞳位置を結像面位置よりかなり遠くすることができ、それによりカラーシェーディング防止することができる。

【0023】条件式(3)は、第1レンズ群G₁の合成のパワーに関するものである。一般に、広角レンズにおいてバックフォーカスを長くするための構成として、物体側から負、正の屈折力を有するレンズを配したレトロフォーカスタイプがあり、本実施形態もそれに分類されるものである。レトロフォーカスタイプにおいて、物体側のレンズの負のパワーが大きくなればバックフォーカスを長くとることができるが、パワーが大きすぎると収差上の問題が生じる。したがって、条件式(3)の上限値を越えパワーが小さくなりすぎるとバックフォーカスが小さくなり過ぎる。また、この下限値を越えパワーが大きくなりすぎると、非点収差の補正が困難になるとともに、ベッツバール和が負の方向に増大し像面湾曲の補正が困難となる。

【0024】条件式(4)は、第1aレンズ群G_{1a}の合成のパワーに関する条件である。この上限値を越え負のパワーが小さくなりすぎると、十分なバックフォーカスが得られなくなる。また、この下限値を越え負のパワーが大きくなりすぎると、第1aレンズ群G_{1a}の各レンズL₁、L₂において像面側の凹面の曲率半径が小さくなり、製造が困難になるとともに、歪曲収差が大きくなってしまふ。

【0025】条件式(5)は、貼り合わせレンズを形成する第8レンズL₈と第9レンズL₉の屈折率に関するものである。この上限値を越えると、ベッツバール和が負の方向に大きくなり像面湾曲は正の方向へ増大する。また、この下限値を越えると、球面収差と像面湾曲が負の方向に増大するので好ましくない。

【0026】条件式(6)は、第6レンズL₆の像面側の面の曲率半径R₆と、第6レンズL₆と第7レンズ

L₇の軸上間隔との比を規定するものである。この上限値を越えると非点収差の補正が困難となる。この下限値を越えると、球面収差が負の方向に増大し好ましくない。

【0027】

【実施例】本発明の実施形態について具体的な実施例を記述する。

【0028】<実施例1>本実施例1に係るバックフォーカスの長い広角レンズの構成は図1に示すとおりである。

【0029】すなわち、本実施例1に係るバックフォーカスの長い広角レンズは物体側より順に、第1aレンズ群G_{1a}は凸面を物体側に向けた負メニスカスレンズからなる第1レンズL₁、および第2レンズL₂から構成され、第1bレンズ群G_{1b}は曲率の大きい面を像面側に向けた両凸レンズからなる第3レンズL₃、凸面を物体側に向けた負メニスカスレンズからなる第4レンズL₄、および曲率の大きい面を物体側に向けた両凸レンズからなる第5レンズL₅から構成され、第2レンズ群G₂は曲率の大きい面を像面側に向けた両凹レンズからなる第6レンズL₆、曲率の大きい面を物体側に向けた両凸レンズからなる第7レンズL₇、凸面を物体側に向けた負メニスカスレンズからなる第8レンズL₈、曲率の大きい面を物体側に向けた両凸レンズからなる第9レンズL₉、および曲率の大きい面を像面側に向けた両凸レンズからなる第10レンズL₁₀から構成される。なお、第8レンズL₈および第9レンズL₉は、全体として正の屈折力を有する貼り合わせレンズとなっている。

【0030】表1に、本実施例1の各レンズ面の曲率半径R(mm)、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)D(mm)、各レンズのD線における屈折率N_dおよびアッペ数 ν を示す。また、表1の下段には全系の焦点距離f(mm)、F値、結像面位置から射出瞳位置までの間隔D_{exit}(mm)、条件式(1)~(6)に対応する値を示す。なお、表1および以下の他の表において、各記号に対応させた数字は物体側から順次増加するようになっている。

【0031】

【表1】

40

50

実施例1

面	R	D	N_d	ν
1	25.090	1.20	1.72342	38.0
2	9.143	4.07		
3	79.407	1.00	1.66672	48.3
4	10.810	5.75		
5	28.340	3.68	1.80518	25.4
6	-19.276	0.10		
7	46.052	1.00	1.83500	43.0
8	7.711	11.29		
9	49.022	1.00	1.84666	23.9
10	-80.529	3.65		
11	∞	1.50	(開口絞り)	
12	-43.250	1.19	1.83500	43.0
13	8.040	0.95		
14	11.367	3.32	1.69895	30.1
15	-12.899	1.82		
16	66.169	1.00	1.84666	23.9
17	7.424	3.14	1.48749	70.2
18	-16.969	0.10		
19	27.316	4.73	1.51680	64.2
20	-10.076	4.74		
21	∞	12.80	1.70154	41.1
22	∞	3.55	1.51680	64.2
23	∞			

	f	2.85
	FNO	2.25
	D_{exp}	881
(1)	Bf/f	5.1
(2)	TAN θ	0.0
(3)	f/f_{c1}	-0.14
(4)	f/f_{c1s}	-0.32
(5)	$N_8 - N_9$	0.36
(6)	R_{13}/D_{13}	8.4

実施例2

面	R	D	N_d	ν
1	29.558	1.20	1.72342	38.0
2	8.730	4.89		
3	-49.927	4.10	1.66672	48.3
4	12.834	1.30		
5	20.720	4.00	1.80518	25.4
6	-16.867	0.10		
7	37.929	1.00	1.83500	43.0
8	7.419	11.34		
9	-5017.163	1.00	1.84666	23.9
10	-31.786	3.62		
11	∞	1.80	(開口絞り)	
12	-31.752	1.23	1.83500	43.0
13	9.127	0.98		
14	12.195	2.31	1.69895	30.1
15	-13.863	2.88		
16	118.640	1.00	1.84666	23.9
17	8.001	3.17	1.51680	64.2
18	-15.413	0.10		
19	20.961	4.68	1.51680	64.2
20	-11.771	4.88		
21	∞	12.80	1.70154	41.1
22	∞	3.55	1.51680	64.2
23	∞			

	f	2.85
	FNO	2.25
	D_{exp}	381
(1)	Bf/f	5.2
(2)	TAN θ	0.01
(3)	f/f_{c1}	-0.18
(4)	f/f_{c1s}	-0.43
(5)	$N_8 - N_9$	0.33
(6)	R_{13}/D_{13}	9.4

【0032】表1に示すように、本実施例1は条件式
(1)～(6)を全て満足しており、バックフォーカス
が長く射出瞳位置の遠い広角レンズであることが明らか
である。

【0033】＜実施例2＞本実施例2に係るバックフォ
ーカスの長い広角レンズの構成を図2に示す。その構成
は実施例1と略同様の構成となっているが、第2レンズ
L₂と第5レンズL₅の形状が異なっている。すなわ
ち、第2レンズL₂は曲率の大きい面を像面側に向けた
両凹レンズからなり、第5レンズL₅は凸面を像面側
に向けた正メニスカスレンズからなる。

【0034】表2に、本実施例2の各レンズ面の曲率半
径R (mm)、各レンズの軸上面間隔 (各レンズの中心
厚および各レンズ間の空気間隔) D (mm)、各レンズ
のD線における屈折率N_d、およびアッペ数 ν を示す。ま
た、表2の下段には全系の焦点距離f (mm)、F値、
結像面位置から射出瞳位置までの間隔D_{EXT} (m
m)、条件式(1)～(6)に対応する値を示す。

【0035】

【表2】

【0036】表2に示すように、本実施例2は条件式
(1)～(6)を全て満足しており、バックフォーカス
が長く射出瞳位置の遠い広角レンズであることが明らか
である。

【0037】＜実施例3＞本実施例3に係るバックフォ
ーカスの長い広角レンズの構成を図3に示す。その構成
は実施例1と略同様の構成となっているが、第4レンズ
L₄、第5レンズL₅と第7レンズL₇の形状が異なっ
ている。すなわち、第4レンズL₄は曲率の大きい面を
像面側に向けた両凹レンズからなり、第5レンズL₅は
凸面を物体側に向けた正メニスカスレンズからなり、第
7レンズL₇は曲率の大きい面を像面側に向けた両凸レ
ンズからなる。

【0038】表3に、本実施例3の各レンズ面の曲率半
径R (mm)、各レンズの軸上面間隔 (各レンズの中心
厚および各レンズ間の空気間隔) D (mm)、各レンズ
のD線における屈折率N_d、およびアッペ数 ν を示す。ま
た、表3の下段には全系の焦点距離f (mm)、F値、
結像面位置から射出瞳位置までの間隔D_{EXT} (m
m)、条件式(1)～(6)に対応する値を示す。

【0039】

50 【表3】

実施例3

面	R	D	N_d	ν
1	21.382	1.20	1.72342	38.0
2	11.230	5.10		
3	26.060	1.00	1.66672	48.3
4	8.628	7.30		
5	40.629	3.55	1.80518	25.4
6	-17.503	0.58		
7	-98.714	1.00	1.83500	43.0
8	7.015	1.68		
9	39.985	1.00	1.84666	23.9
10	393.671	8.45		
11	∞	2.78	(開口絞り)	
12	-23.411	1.18	1.83500	43.0
13	9.856	0.36		
14	11.532	2.34	1.69895	30.1
15	-10.785	4.47		
16	88.970	1.00	1.84666	23.9
17	8.482	3.04	1.85180	58.5
18	-21.173	0.10		
19	22.767	4.38	1.51680	64.2
20	-13.859	4.74		
21	∞	12.80	1.70154	41.1
22	∞	3.55	1.51680	64.2
23	∞			
f				
2.86				
FNO				
2.25				
D_{Exp}				
69				
(1)	Bf/f	5.1		
(2)	$\text{TAN } \theta$	0.04		
(3)	f/f_{a1}	-0.45		
(4)	f/f_{a1s}	-0.25		
(5)	$N_s - N_a$	0.20		
(6)	R_{1s}/D_{1s}	27.7		

【0040】表3に示すように、本実施例3は条件式(1)～(6)を全て満足しており、バックフォーカスが長く射出瞳位置の遠い広角レンズであることが明らかである。

【0041】図4～6は、本実施例1～3に係るバックフォーカスの長い広角レンズの諸収差(球面収差、非点収差、およびディストーション)を示す収差図である。

なお、これらの収差図において ω は半画角を示す。図4～6に示すように、本実施例1～3に係るバックフォーカスの長い広角レンズは半画角が53度と広画角で、各収差を良好に補正したバックフォーカスの長い広角レンズであることが明らかである。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るバックフォーカスの長い広角レンズによれば、半画角が53度という広画角を達成しつつ、射出瞳位置を速くしてカラーシェーディングの発生を抑え、3色分解光学系を配するに十分なバックフォーカスの長い広角レンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1に係るバックフォーカスの長い広角レンズの構成を示す図

【図2】実施例2に係るバックフォーカスの長い広角レンズの構成を示す図

【図3】実施例3に係るバックフォーカスの長い広角レンズの構成を示す図

20 【図4】実施例1に係るバックフォーカスの長い広角レンズの諸収差図

【図5】実施例2に係るバックフォーカスの長い広角レンズの諸収差図

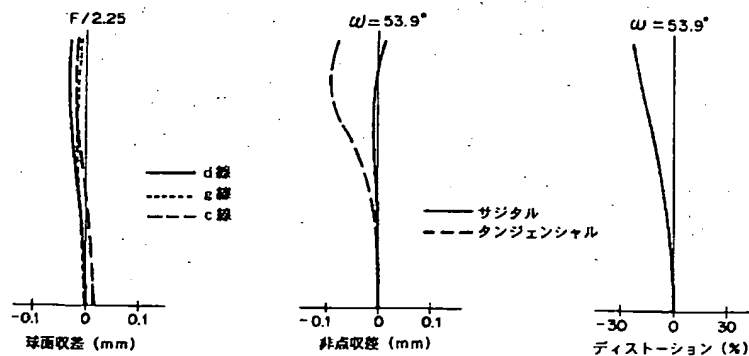
【図6】実施例3に係るバックフォーカスの長い広角レンズの諸収差図

【符号の説明】

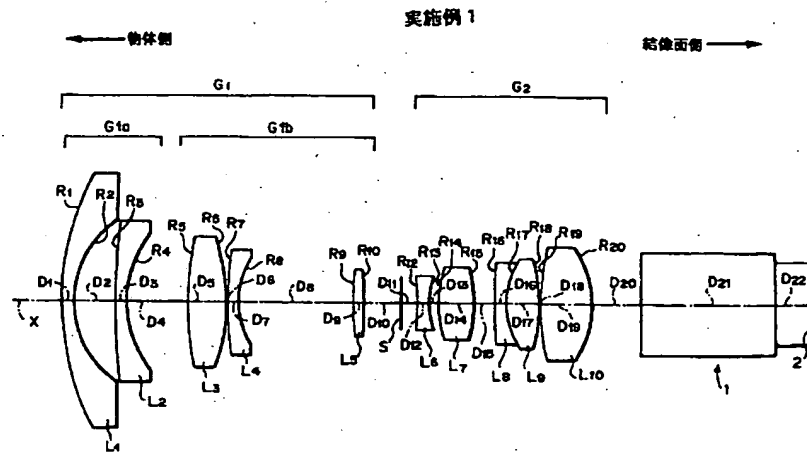
$L_1 \sim L_n$ レンズ
 $G_1, G_2, G_3, \dots, G_m$ レンズ群
 $R_1 \sim R_n$ 曲率半径
 $D_1 \sim D_n$ 軸上面間隔
 X 光軸
 S 絞り
1 3色分解光学系
2 結像面

【図5】

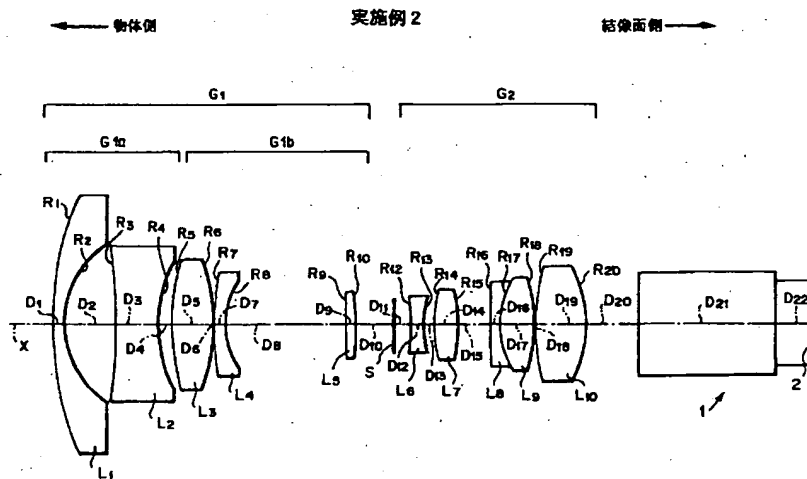
実施例2



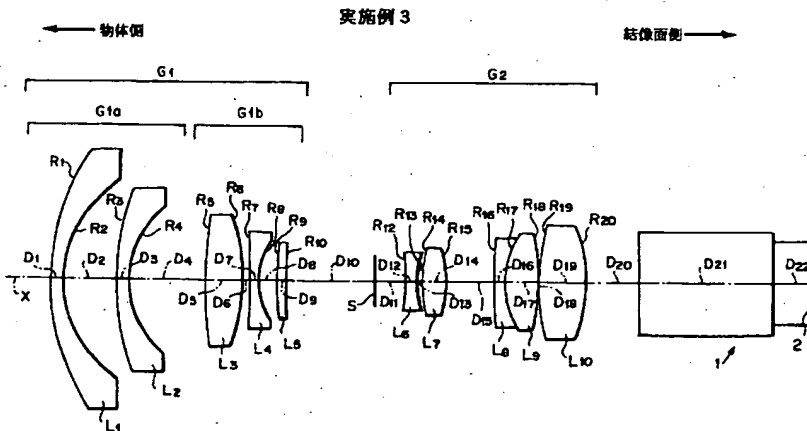
【図1】



【図2】

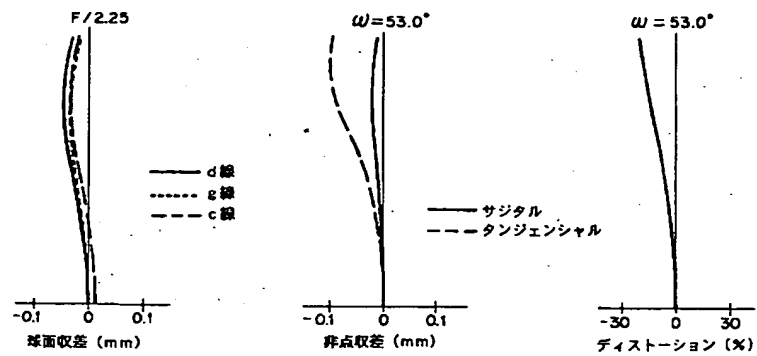


【図3】



【図4】

実施例1



【図6】

実施例3

